第 28 卷 第2期
1985 年 5 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 28, No. 2
May, 1985

二齿新蚤的吸血活动

马 立 名
(吉林省地方病第一防治研究所)

摘要 本文在实验室内研究了二齿新蚤吸血活动与环境温度、蚤龄、性别的关系。实验证明，幼蚤吸血最适温度为 25℃ 左右，该温度下吸血率最高；成蚤在各种温度下，吸血率均接近 100%。成蚤吸血率高于幼蚤。幼蚤雌蚤吸血率高于雄蚤，成蚤吸血率雄雌均接近 100%。蚤吸血量与吸血时温度无关，成蚤吸血量大于幼蚤。雌蚤吸血量大于雄蚤。蚤的血液消化速度，高温时较低温时为快。在温度 25℃ 以下时，成蚤消化速度较幼蚤为快；30℃ 以上时，成蚤与幼蚤消化速度相近。消化速度与性别无关。

关键词 二齿新蚤 吸血活动 血的消化

蚤类依靠吸血活动传播疾病，因而对吸血活动的研究具有重要医学意义。1982—83 年对二齿新蚤 *Neopsylla bidentatiformis* (Wagner, 1893) 的吸血率、吸血量和消化速度与温度、蚤龄和性别的关系进行了实验室研究，今将结果报道如下。

材 料 与 方 法

1. 材料和温、湿度控制方法　以实验室温度 25±1℃，相对湿度 90±5% 条件下饲养的二齿新蚤为观察对象。养蚤室用自动调温调湿装置保持温、湿度。观察时的不同温度用恒温箱控制，相对湿度用密闭容器内装有适当浓度的氢氧化钾溶液来调节。

2. 蚤龄鉴别　跳蚤分成蚤和幼蚤。根据羽化后时间区分。成蚤为羽化后 24 小时以上，已吸血，并进行繁殖的跳蚤；幼蚤为羽化后 24 小时以内，尚未吸血和繁殖的跳蚤。吸血活动观察是用羽化后 5—24 小时之间的幼蚤。

3. 吸血率观察　吸血率为吸血蚤数占观察总蚤数的百分率。成蚤与幼蚤分别观察。成蚤是选择消化道内没有血液的个体。将观察蚤放在小白鼠身上，并分别置于不同温度及相对湿度为 90±5% 的环境中一小时，按温度和性别分别统计吸血蚤数，计算吸血率。

4. 吸血量观察　吸血量是以刚吸完血，中肠内血液轮廓占据腹节的数目为标准。将观察蚤放在小白鼠身上，分别置于不同温度的环境中喂血一小时，然后将吸血蚤按蚤龄、性别和温度，分别计算每只蚤中肠血液平均占据的腹节数。

5. 消化速度观察　消化速度以血液消化所需日数来表示。将观察蚤按蚤龄和性别分别放小白鼠身上，置于温度 25±1℃ 和相对湿度为 90±5% 的环境中一小时，然后将刚吸血蚤再分别置于不同温度环境中，每日定时观察一次活体蚤消化道内血液消化状态，直至完全消化尽为止。最后根据蚤龄、性别和温度分别计算每只蚤血液消化平均所需日数。

本文于 1983 年 4 月收到。

结　　果

1. 吸血率与温度、蚤龄、性别的关系

成蚤在不同环境温度下的吸血率比较，♂ $\chi^2 = 7.38$，♀ $\chi^2 = 13.02$，均为 $P > 5\%$，差异不显著。证明在各种环境温度下吸血蚤数相近（图 1）。幼蚤无论雄性或雌性，吸血率与环境温度的关系均呈抛物线型。25±1℃ 时观察的吸血率最高，雄性为 41.18%，雌性为 66.67%。温度降低和升高时，吸血率均下降。抛物线最高点，雄性位于 23℃，$\hat{Y} = 31.63\%$；雌性位于 25℃，$\hat{Y} = 55.71\%$（图 2）。证明 25℃ 左右时吸血蚤数最多。

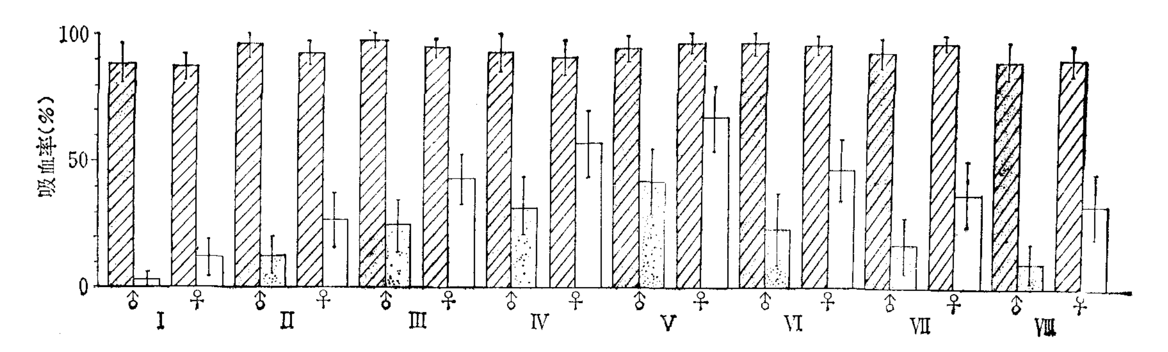


图 1　二齿新蚤吸血率及 95% 可信限比较

▨成雄蚤 ▦幼雄蚤 ▨成雌蚤 □幼雌蚤

I.　5±1℃　♂ $\chi^2 = 89.13$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 102.90$　$P<0.1\%$
II.　10±1℃　♂ $\chi^2 = 82.09$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 65.46$　$P<0.1\%$
III.　15±1℃　♂ $\chi^2 = 82.89$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 60.50$　$P<0.1\%$
IV.　20±1℃　♂ $\chi^2 = 42.81$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 18.81$　$P<0.1\%$
V.　25±1℃　♂ $\chi^2 = 41.19$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 23.73$　$P<0.1\%$
VI.　30±1℃　♂ $\chi^2 = 50.40$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 53.24$　$P<0.1\%$
VII.　35±1℃　♂ $\chi^2 = 64.77$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 89.51$　$P<0.1\%$
VIII.　40±1℃　♂ $\chi^2 = 68.36$　$P<0.1\%$　♀ $\chi^2 = 45.44$　$P<0.1\%$

无论雄性或雌性，在各种环境温度下，成蚤与幼蚤吸血率对比，χ^2 测验示于图 1，均为 $P < 0.1\%$，差异非常显著，成蚤吸血率明显大于幼蚤。证明成蚤吸血蚤数远多于幼蚤。

成蚤雄雌吸血率比较，得 χ^2 值：5±1℃，0.03，10±1℃0.67，15±1℃0.68，20±1℃0.13，25±1℃0.29，30±1℃0.10，35±1℃1.27，40±1℃0.01。均为 $P > 5\%$，差异不显著。证明雄雌吸血蚤数相同（图 1）。幼蚤雄雌吸血率比较，得 χ^2 值：5±1℃4.41，10±1℃4.48，15±1℃5.72，20±1℃6.85，25±1℃6.24，30±1℃4.76，35±1℃4.85，40±1℃7.92。均为 $P < 5\%$ 或 $P < 1\%$，差异显著或非常显著。证明雌蚤吸血蚤数多于雄蚤（图 2）。

2. 吸血量与温度、蚤龄、性别的关系

将不同温度环境中吸血的蚤，对比其中肠血液占据的腹节数，方差分析：成雄蚤 $F = 0.17$，幼雄蚤 $F = 0.48$，成雌蚤 $F = 0.35$，幼雌蚤 $F = 0.14$，均为 $F < F_{0.05}$，$P > 5\%$，差异不显著。证明吸血量与吸血时温度无关（图 3）。

无论雄性或雌性，在不同温度下吸血，刚吸血后中肠血液占据的腹节数，成蚤均多于幼蚤，方差分析示于图 3，结果为 $F > F_{0.05}$，$F > F_{0.01}$ 或 $F > F_{0.001}$，$P < 5\%$，$P < 1\%$ 或 $P < 0.1\%$，差异显著或非常显著。证明成蚤吸血量大于幼蚤。

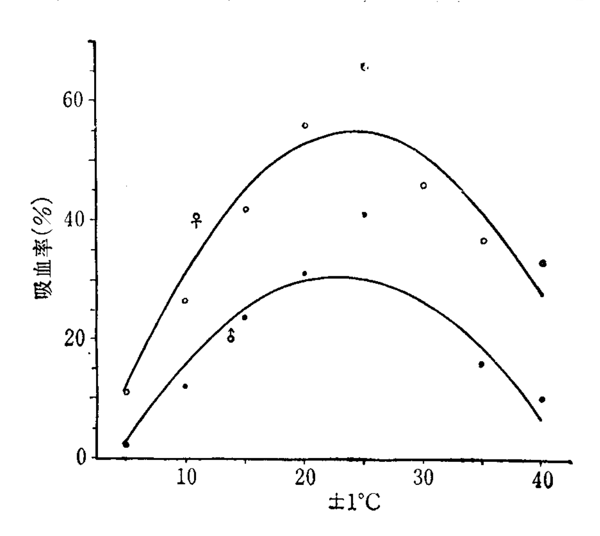


图 2 二齿新蚤幼蚤吸血率与温度的关系

♀ $\hat{Y} = -13.4783 + 5.6002X - 0.1133X^2$ ♂ $\hat{Y} = -15.6870 + 4.0420X - 0.0863X^2$

刚吸血后中肠血液占据的腹节数，雌蚤均多于雄蚤，方差分析得F值为，成蚤：5±1℃54.14，10±1℃34.59，15±1℃47.67，20±1℃43.63，25±1℃70.31，30±1℃58.14，35±1℃60.30，40±1℃44.99；幼蚤：5±1℃53.61，10±1℃36.65，15±1℃13.66，20±1℃27.03，25±1℃30.70，30±1℃32.06，35±1℃42.00，40±1℃31.21。均为 $F > F_{0.001}$，$P < 0.1\%$，差异非常显著。证明雌蚤吸血量大于雄蚤（图 3）。

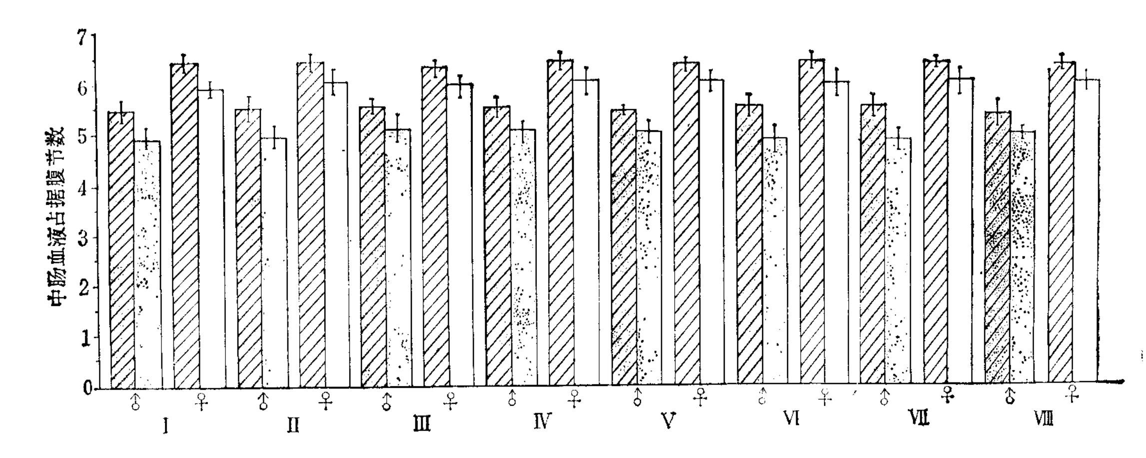


图 3 二齿新蚤刚吸血后中肠血液占据腹节数及 95% 可信限比较

成雄蚤 幼雄蚤 成雌蚤 幼雌蚤

I.	5±1℃	♂ $F = 11.27$	$F>F_{0.01}$	$P<1\%$	♀ $F = 12.14$	$F>F_{0.001}$	$P<0.1\%$
II.	10±1℃	♂ $F = 8.09$	$F>F_{0.01}$	$P<1\%$	♀ $F = 6.52$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$
III.	15±1℃	♂ $F = 4.49$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$	♀ $F = 5.61$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$
IV.	20±1℃	♂ $F = 9.73$	$F>F_{0.01}$	$P<1\%$	♀ $F = 5.89$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$
V.	25±1℃	♂ $F = 9.43$	$F>F_{0.01}$	$P<1\%$	♀ $F = 5.32$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$
VI.	30±1℃	♂ $F = 13.71$	$F>F_{0.010}$	$P<0.1\%$	♀ $F = 10.02$	$F>F_{0.01}$	$P<1\%$
VII.	35±1℃	♂ $F = 13.52$	$F>F_{0.001}$	$P<0.1\%$	♀ $F = 6.87$	$F>F_{0.01}$	$P<1\%$
VIII.	40±1℃	♂ $F = 4.01$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$	♀ $F = 4.42$	$F>F_{0.05}$	$P<5\%$

3. 消化速度与温度、蚤龄、性别的关系

无论成蚤或幼蚤，也无论雄性或雌性，其血液消化所需日数与温度的关系均呈 $\log\hat{Y}=a-bX$ 型指数曲线。温度上升时，血液消化所需日数减少；温度下降时，血液消化所需日数增多(图4)。证明血液消化速度，在温度升高时较温度降低时为快。

血液消化所需日数，成蚤与幼蚤对比，方差分析得F值为，♂：5±1℃41.55，10±1℃ 7.64，15±1℃194.21，20±1℃47.10，25±1℃14.78，30±1℃0.10，35±1℃0.05；♀：5±1℃76.17，10±1℃6.44，15±1℃73.66，20±1℃48.93，25±1℃27.47，30±1℃1.77，35±1℃0.33。无论雄性或雌性，当温度在5°±1至25±1℃时，幼蚤血液消化所需日数均多于成蚤，$F>F_{0.01}$ 或 $F>F_{0.05}$，$P<1\%$ 或 $P<5\%$，差异非常显著或显著。当温度

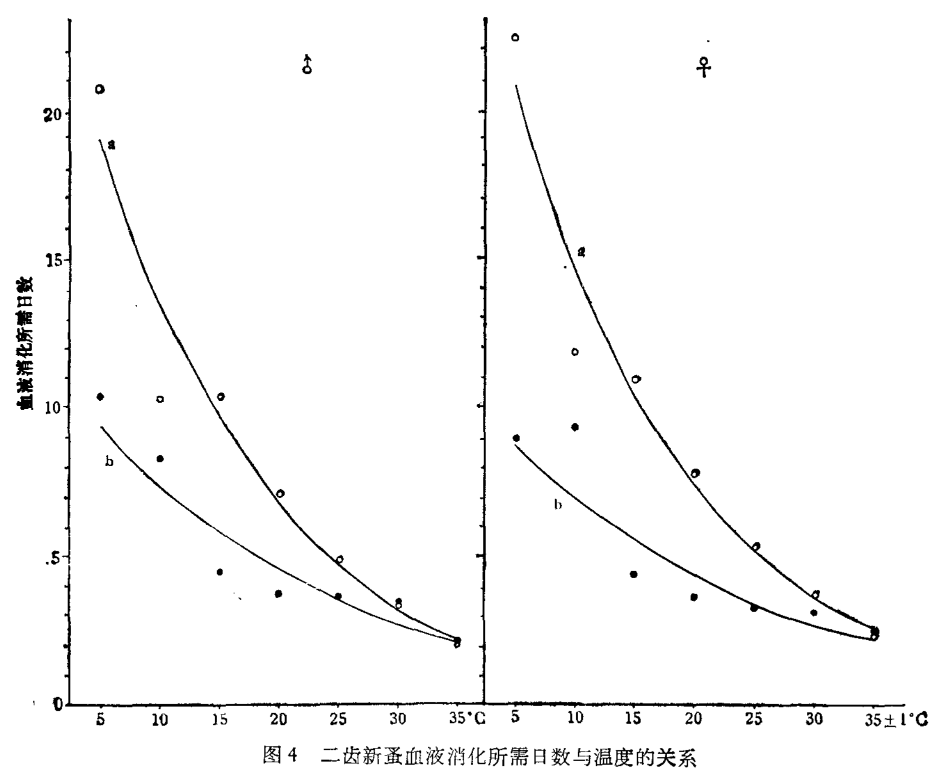


图4　二齿新蚤血液消化所需日数与温度的关系

♂：a. 幼蚤 $\log\hat{Y}=1.4353-0.0312X$ b. 成蚤 $\log\hat{Y}=1.0749-0.0214X$

♀：a. 幼蚤 $\log\hat{Y}=1.4742-0.0311X$ b. 成蚤 $\log\hat{Y}=1.0358-0.0197X$

在30±1至35±1℃时，成蚤与幼蚤血液消化所需日数接近相等，$F<F_{0.05}$，$P>5\%$，差异不显著。证明温度在25±1℃以下时，成蚤血液消化速度较幼蚤为快；当温度在30±1℃以上时，成蚤与幼蚤血液消化速度相近(图4)。

在各种温度条件下，无论成蚤或幼蚤，其雄性与雌性血液消化所需日数几乎相等，均为 $F<F_{0.05}$，$P>5\%$，差异均不显著(表1)。证明血液消化速度与性别无关。

表 1 二齿新蚤血液消化所需日数雄雌比较

蚤龄	温度(℃)	♂ 蚤数	♂ 消化所需日数累计	♂ 平均日数±标准误	♀ 蚤数	♀ 消化所需日数累计	♀ 平均日数±标准误	方差分析
成蚤	5±1	38	395	10.39±0.98	43	381	8.86±1.03	$F = 1.15 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	10±1	38	314	8.26±0.54	38	353	9.29±0.69	$F = 1.37 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	15±1	32	140	4.38±0.24	28	121	4.32±0.63	$F = 0.007 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	20±1	35	130	3.71±0.25	27	95	3.52±0.30	$F = 0.25 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	25±1	30	105	3.50±0.09	30	99	3.30±0.12	$F = 1.76 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	30±1	36	120	3.33±0.21	25	77	3.08±0.28	$F = 0.54 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	35±1	40	82	2.05±0.15	47	114	2.43±0.24	$F = 1.59 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
幼蚤	5±1	38	787	20.71±1.26	46	1028	22.35±1.14	$F = 0.92 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	10±1	50	509	10.18±0.45	49	579	11.82±0.69	$F = 3.97 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	15±1	33	342	10.36±0.36	36	393	10.92±0.47	$F = 0.85 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	20±1	42	292	6.95±0.37	48	370	7.71±0.42	$F = 1.78 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	25±1	42	202	4.81±0.28	44	226	5.14±0.28	$F = 0.69 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	30±1	36	117	3.25±0.16	29	104	3.59±0.26	$F = 1.37 < F_{0.05}$, $P > 5\%$
	35±1	32	64	2.00±0.17	32	72	2.25±0.10	$F = 1.64 < F_{0.05}$, $P > 5\%$

讨 论

Косминский (1965) 报道,缓慢细蚤 *Leptopsylla segnis* 和 *Ceratophyllus mokrzeckyi* 羽化出一昼夜内的幼蚤,放在小白鼠身上 10 分钟,吸血蚤占 85—95%。本文试验的二齿新蚤,吸血率低于此数。

本文证明,吸血蚤数(吸血率)与环境温度密切相关。Косминский (1965) 观察证明,*Ceratophyllus mokrzeckyi* 的吸血频率和吸血速度,在气温 5—6℃ 时较 20—22℃ 时小 2 倍。并发现,鼠巢内有数只鼠较 1 只鼠使巢草温度更高,这最有助于提高蚤的吸血活动。看来,蚤吸血活动的各种指标,均与环境温度有关。

Косминский (1965) 观察缓慢细蚤一次平均吸血♀为 0.161 毫克,♂为 0.087 毫克。Балашов 等(1965)报道,印鼠客蚤 *Xenopsylla cheopis* (Rothschild, 1903) 初次吸血时,♀吸 0.18 毫克,♂吸 0.10 毫克,重复吸血时,♀吸 0.37 毫克;修长栉眼蚤 *Ctenophthalmus* (*Paractenophthalmus*) *dolichus* Rothschild 初次吸血时,♀吸 0.05 毫克,♂吸 0.03 毫克,重复吸血时,♀吸 0.19 毫克;臀突客蚤 *Xenopsylla gerbilli minax* Jordan 初次吸血时,♀吸 0.19 毫克,♂吸 0.09 毫克。上述报道结合本文对二齿新蚤的观察结果说明,蚤的吸血量,雌蚤大于雄蚤,成蚤大于幼蚤。

许多作者都研究了蚤消化过程中的组织学变化 (Ващенок 等, 1969; Щедрин 等, 1979; Брюханова 等,1978)。似同 *Ceratophyllus consimilis* 在温度 23—25℃ 时,成蚤溶血需 3—5 小时,幼蚤溶血需 8—10 小时 (Ващенок, 1966)。印鼠客蚤在 20—23℃ 时,成蚤经 3—5 小时红血球完全溶血,10—12 小时变成氧化血红素;而幼蚤经 24—36 小时红血球完全溶血,2—3 昼夜变成氧化血红素 (Щедрин 与 Локтев, 1971)。缓慢细蚤吸小白鼠血后,温度 20—23℃ 时,雌性成蚤红血球完全溶血需 15—20 分钟,消化成氧化血红素

要在 5 小时后；第一次吸血的幼蚤，红血球完全溶血需 1—1.5 小时，消化成氧化血红素需 10—16 小时（Брюханова 等，1978）。方形黄鼠蚤（*Citellophilus tesquorum*）在 18—20℃ 时，成蚤经 2—3 小时，红血球完全溶血，14 小时变成氧化血红素；而幼蚤经 8 小时红血球完全溶血，24 小时变成氧化血红素（Щедрин 等，1979）。上述报道结合本文对二齿新蚤的试验均说明，在某些温度下，成蚤的消化速度较幼蚤为快。

雌蚤吸血率和吸血量都大于雄蚤，说明雌蚤所需营养多于雄蚤。这是雌蚤繁殖所必需的。

结　　论

通过对二齿新蚤吸血活动的观察，结果初步可以得出以下几点结论。

1. 幼蚤吸血最适温度为 25℃ 左右。高于和低于该温度，吸血率均下降。但成蚤在各种温度下，吸血率均接近 100%，不同温度无差别。成蚤吸血率高于幼蚤。幼蚤雌蚤吸血率高于雄蚤。但成蚤吸血率均接近 100%，雄雌无差别。

2. 蚤吸血量与吸血时温度无关。成蚤吸血量大于幼蚤。雌蚤吸血量大于雄蚤。

3. 蚤的血液消化速度，高温时较低温时为快。在温度 25℃ 以下时，成蚤血液消化速度较幼蚤为快；而 30℃ 以上时，成蚤与幼蚤消化速度相近。蚤的血液消化速度与性别无关。

参　考　文　献

Балашов Ю. С. и В. А. Бибикова, 1965 Питание и нарушение клапанной функции преджелудка у блох. *Мед. паразит. и паразитарн. бол.* **34**(4): 471—6.

Брюханова Л. В. и др., 1978 Переваривание крови блохами *Leptopsylla segnis*. *Паразитология* **12**(5) 383—6.

Ващенок В. С. и Л. Т. Солина, 1969 О пищеварении у блох *Xenopsylla cheopis* Roths. (Aphaniptera, Pulicidae). *Паразитология* **3**(5): 451—60.

Косминский Р. Б., 1965 Питание и размножение блох домовых мышей в естественных условиях и эксперименте. *Зоол. ж.* **44**(9): 1372—5.

Щедрин В. И. и др., 1979 Переваривание крови и образование чумного блока у блох *Ceratophyllus tesquorum*. *Паразитология* **13**(4): 402—8.

THE BLOOD-SUCKING ACTIVITY OF *NEOPSYLLA BIDENTATIFORMIS*

MA LI-MING
(*First Institute of Endemic Disease Research, Jilin Province*)

1. The percentage of blood-sucking young adults (within days after emergence) of *Neopsylla bidentatioformis* reaches peak at 25°C, and the percentage of old adults approaches 100% at 5° to 40°C. The percentage of blood-sucking individuals of old adults is higher than that of young adults; and that of females is higher than that of males.

2. The blood-sucking capacity in the fleas is not affected by change in temperature. The capacity is greater in old adults than in the young adults, and greater in the females than in the males.

3. The digestion of ingested blood at higher temperatures is quicker than at low temperatures. The rate of blood digestion is higher in the old adults than in the young adults from 5° to 25°C but the rates in the old and young adults are similar at 30° to 35°C. No sexual difference is found in the rate of blood digestion in this flea.

Key words *Neopsylla bidentatiformis*——blood sucking activity——blood digestion.